

TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN
2. ¿QUÉ ES RIESGO?
3. METODOLOGÍA DEL PROYECTO
4. RESULTADOS DE SIMULACIONES
5. CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA EVACUACIÓN POR TSUNAMI EN LA ZONA DE ESTUDIO
6. CONCLUSIONES

1. INTRODUCCIÓN

-
- 1878: Construcción del trazado ferroviario.
 - 1906: Terremoto de Valparaíso. Movimiento importante de población.
 - 1911: Inauguración del "camino plano" (actual Av. España).



Fig.1 – Balneario y Estación ferroviaria de Recreo en la década de 1900.
(Encina, 2008).

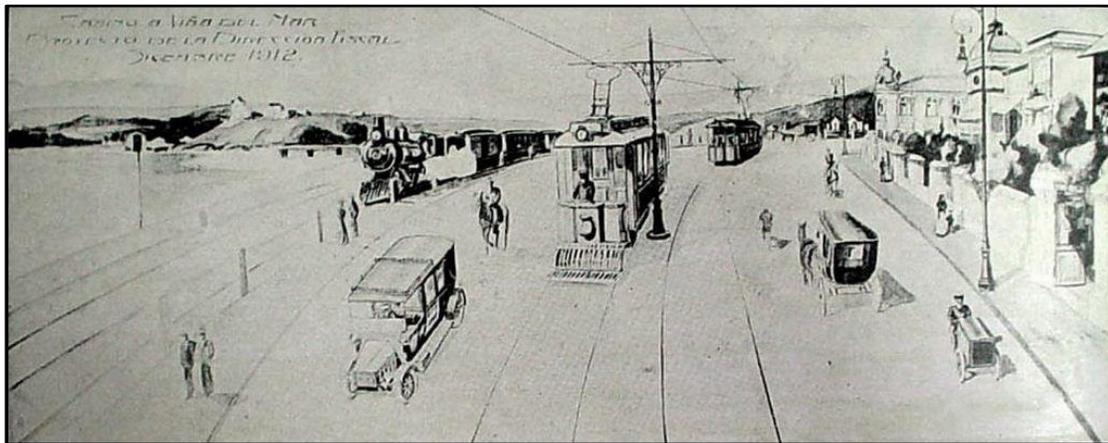


Fig.2 – Proyecto de camino plano a Viña del Mar. (Encina, 2008).



Fig.3 – Tranvías de dos carros circulando en Camino Plano, década de 1920. (Encina, 2008).



2. ¿QUÉ ES EL RIESGO?

$$R = P \times I$$

Ec. 1: Cálculo del Riesgo. Fuente: "A proposal of tsunami risk assessment method for Iquique City, Chile" (Reyes, 2013)

Donde,

R: Riesgo.

P: Probabilidad de ocurrencia de una amenaza.

I: Impacto o nivel de consecuencias, dependiente de la vulnerabilidad y exposición.

2.1 AMENAZA

I. TERREMOTOS

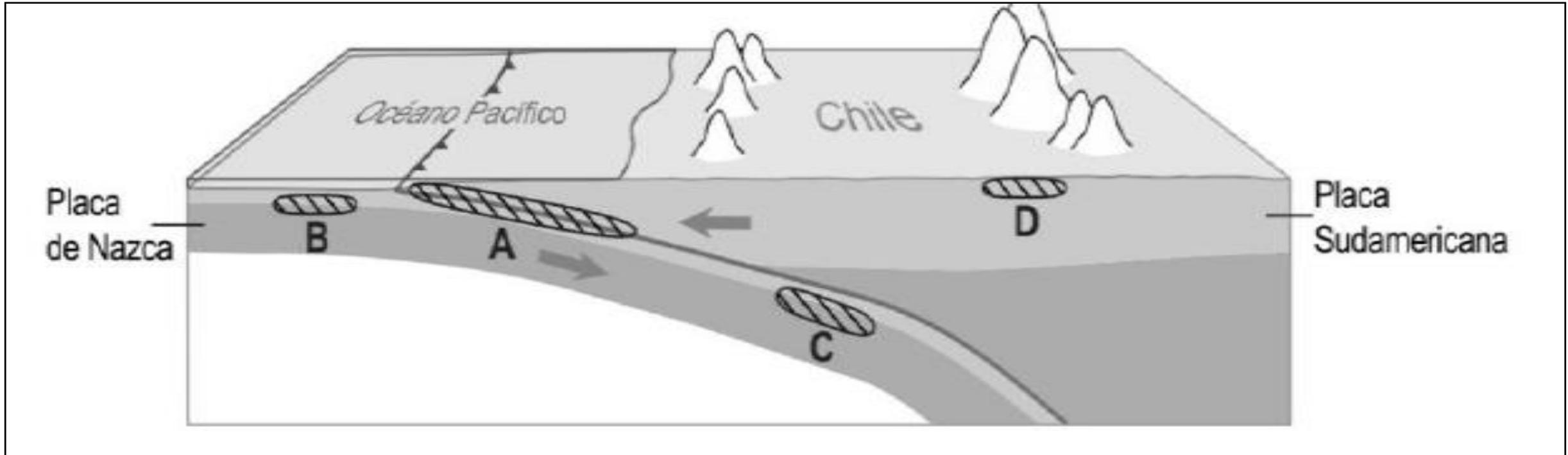


Fig. 4 – Tipos de sismos asociados a la zona de subducción de Chile. Fuente: Cisternas (2012).

A. SISMOS INTERPLACA

C. SISMOS INTERPLACA-OCEÁNICA O DE PROFUNDIDAD INTERMEDIA

B. SISMOS OUTER-RISE

D. SISMOS INTERPLACA-CONTINENTAL O CORTICALES

2.1 AMENAZA

A. SISMOS INTERPLACA: ZONAS DE SUBDUCCIÓN

"La zona de subducción están asociadas a bordes convergentes donde una placa, típicamente oceánica, se introduce o subducta bajo una placa cabalgante, típicamente continental."

Chile tiene una longitud de zona de subducción de 4.500 [km] desde Arica hasta la Península de Taitao.

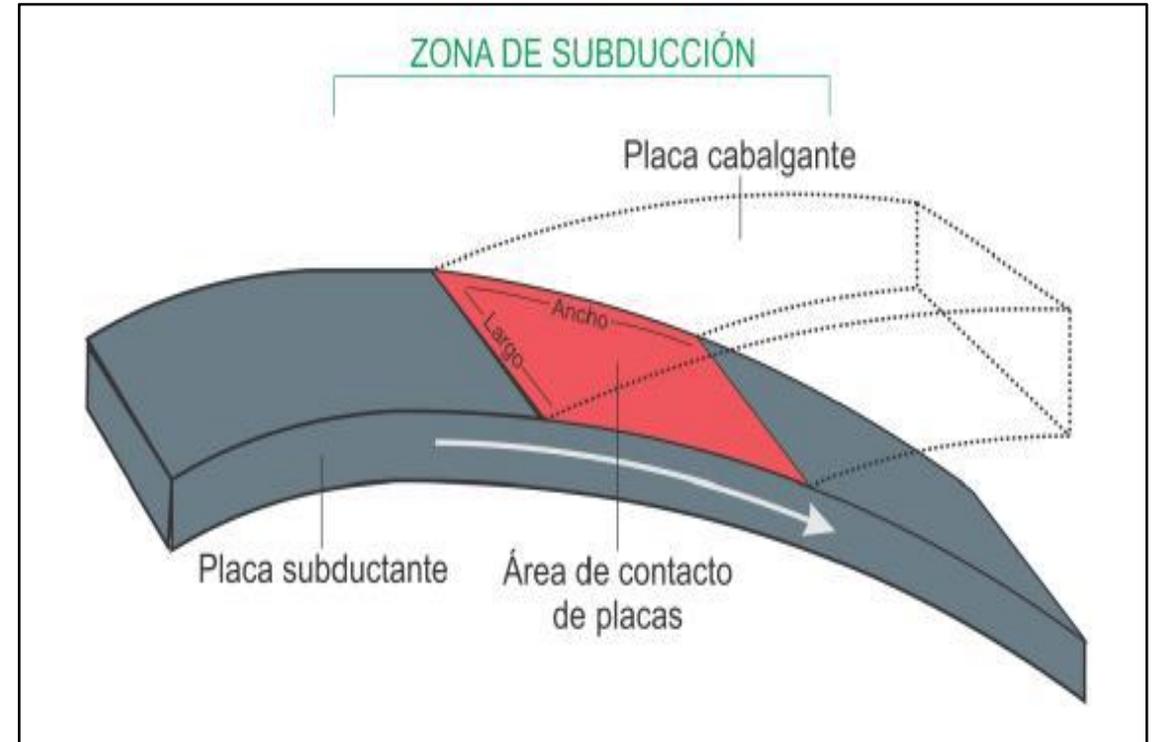


Fig. 5 – Zona de Subducción. Fuente: Carvajal (2015).

2.1 AMENAZA

II. TSUNAMIS

A. DE CAMPO CERCANO

B. DE CAMPO LEJANO

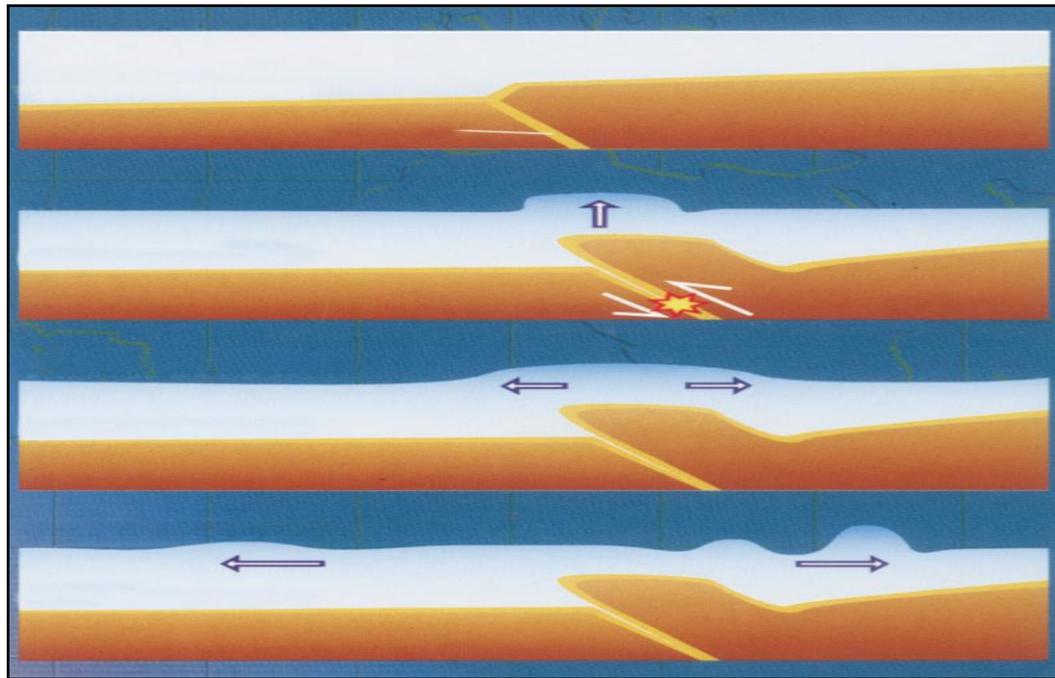


Fig. 6 – Representación de un terremoto generador de tsunami.
Fuente: SHOA (2005).

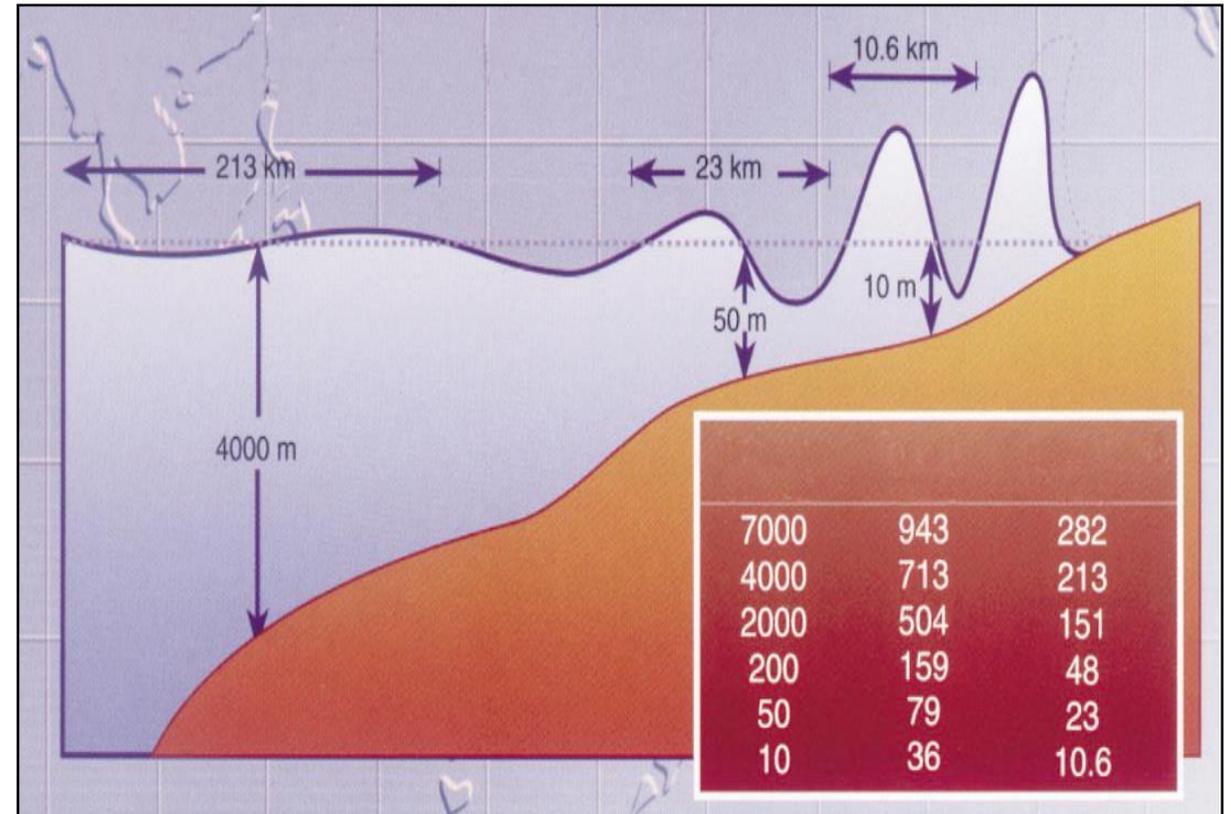


Fig. 7 – Comportamiento del tsunami cuando arriba a la costa.
Fuente: SHOA (2005).

2.1 AMENAZA

III. TERREMOTOS Y TSUNAMIS DE CHILE

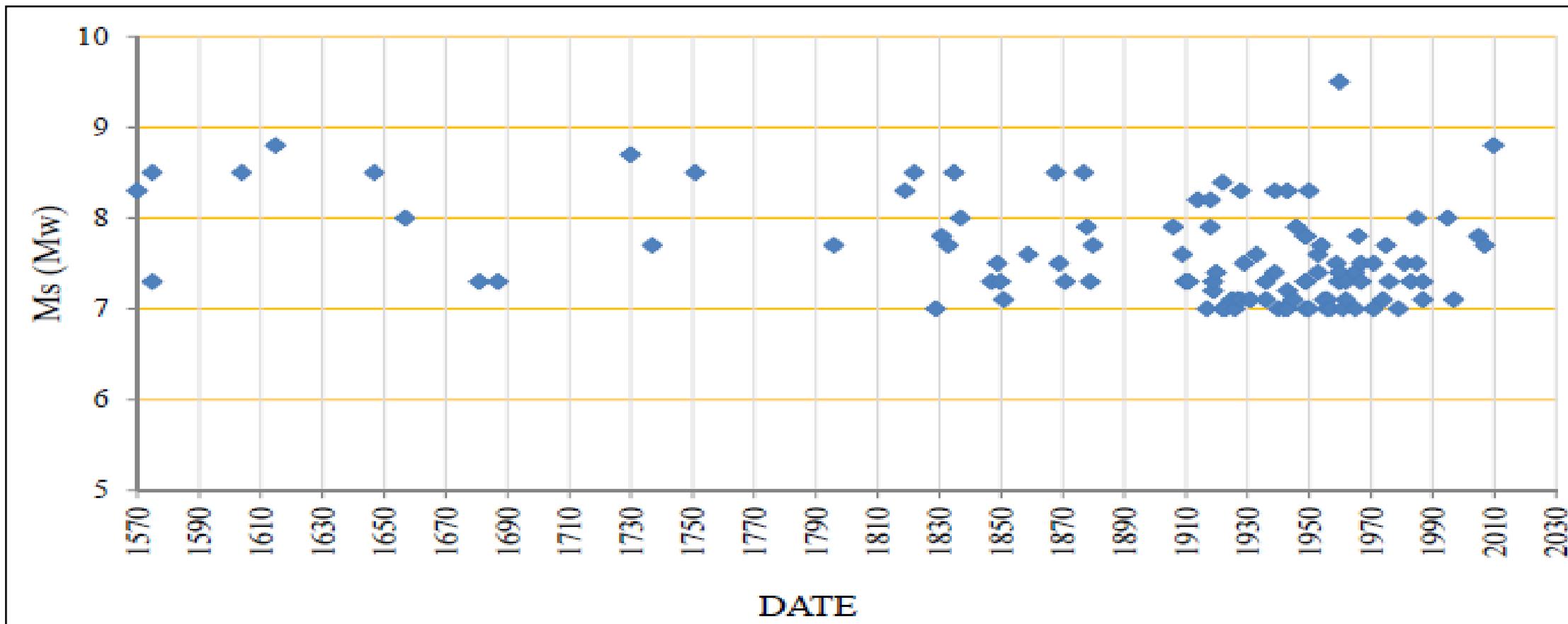


Fig. 8 - Terremotos Históricos de Chile. Elaborado con data del Servicio Sismológico de Chile, 2012.
Fuente: Reyes (2013).

2.1 AMENAZA

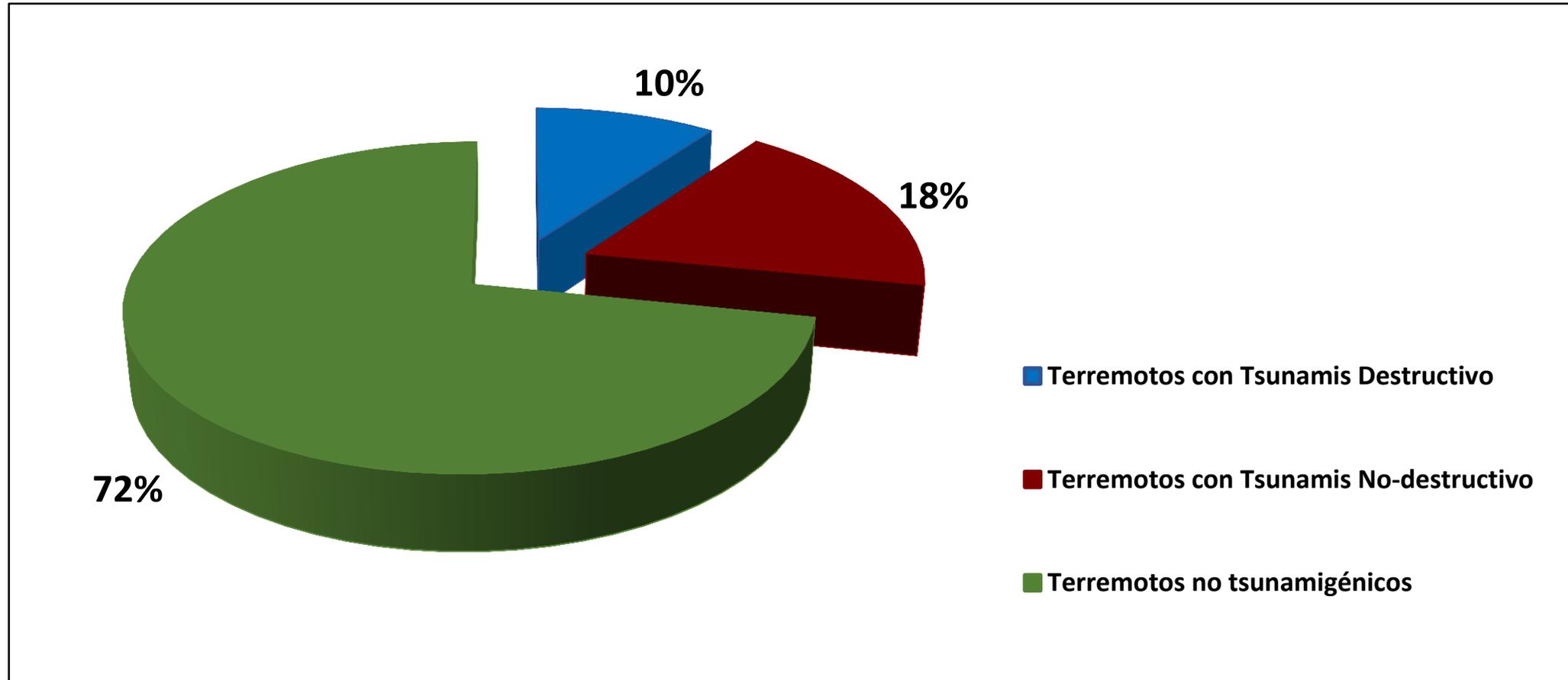


Fig. 8 - Generación de Tsunamis Históricos en Chile, elaborado con data del Servicio Sismológico de Chile (2012). Fuente: Reyes (2013).

2.1 AMENAZA

IV. TERREMOTOS Y TSUNAMIS DE LA ZONA CENTRAL

FECHA	MAGNITUD [Ms]	PROFUNDIDAD [km]	RUNUP [m]	FUENTE TSUNAMI
17-03-1575	7.3	-	-	-
13-05-1647	8.5	-	-	-
08-07-1730	8.7	-	16	Relato histórico, registro geológico
19-11-1822	8.5	-	3.5	Relato histórico
16-08-1906	7.9	25	3.5	Relato histórico, mareógrafo
03-03-1985	7.8	33	0.6	Registro sismográfico, mareógrafo

Tabla 1 - Terremotos de la Zona Central de Chile. Elaborado con data de NGDC (2014) y CSN (2014). Fuente: Flores (2016).

2.1 AMENAZA

V. TERREMOTO 08 DE JULIO 1730

- Dos terremotos con dos tsunamis independientes.
- Magnitud (Mw) 8.5 – 9.
- Área dañada: 1000 [km]. Desde Copiapó hasta Concepción.
- Tsunami percibido desde Coquimbo hasta Valdivia.
- Baja tasa de mortalidad debido a evacuación en la altura.
- Generó tsunami de campo lejano en Oshika, Japón. También hubo destrucción en Callao, Perú.

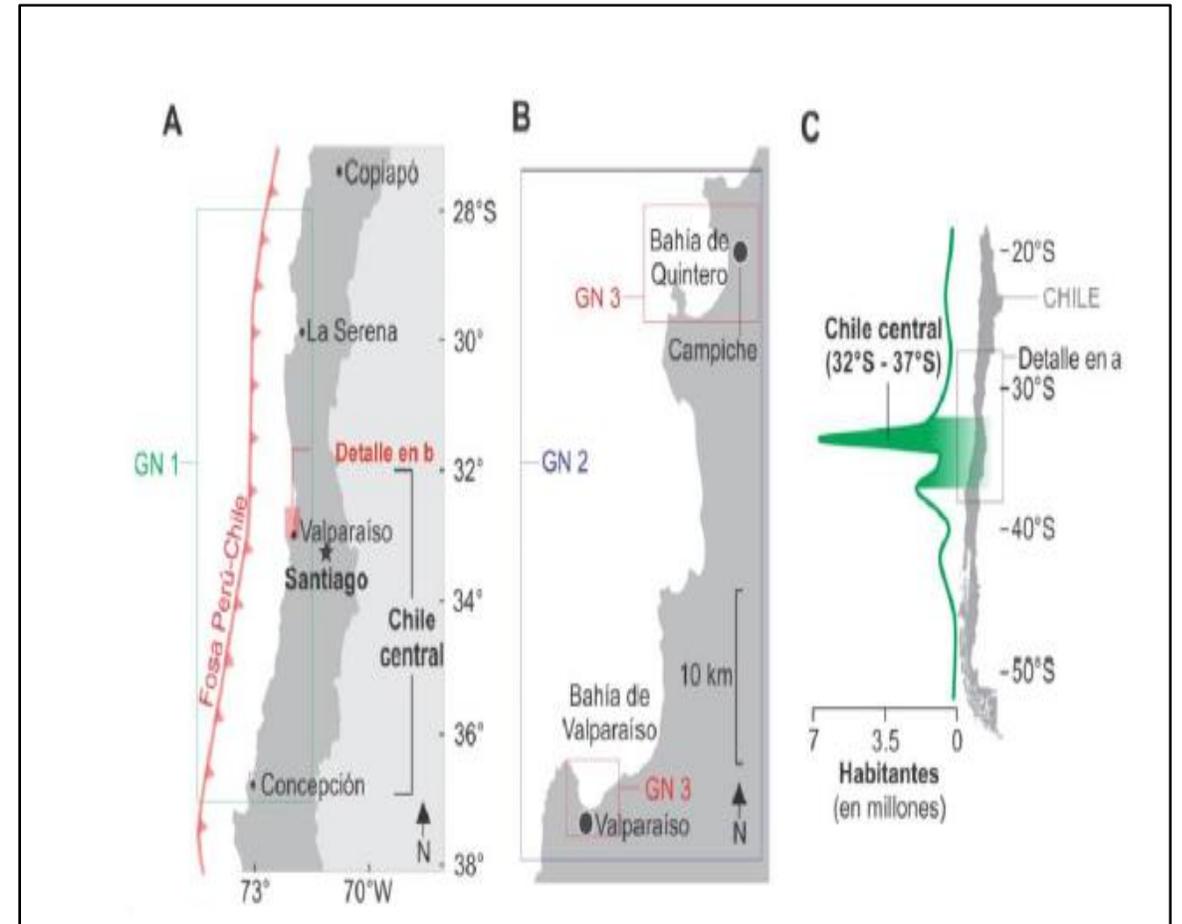


Fig. 9 – Territorio afectado por el terremoto de 1730. Fuente: Carvajal (2015).

2.1 AMENAZA

V. TERREMOTO 08 DE JULIO 1730

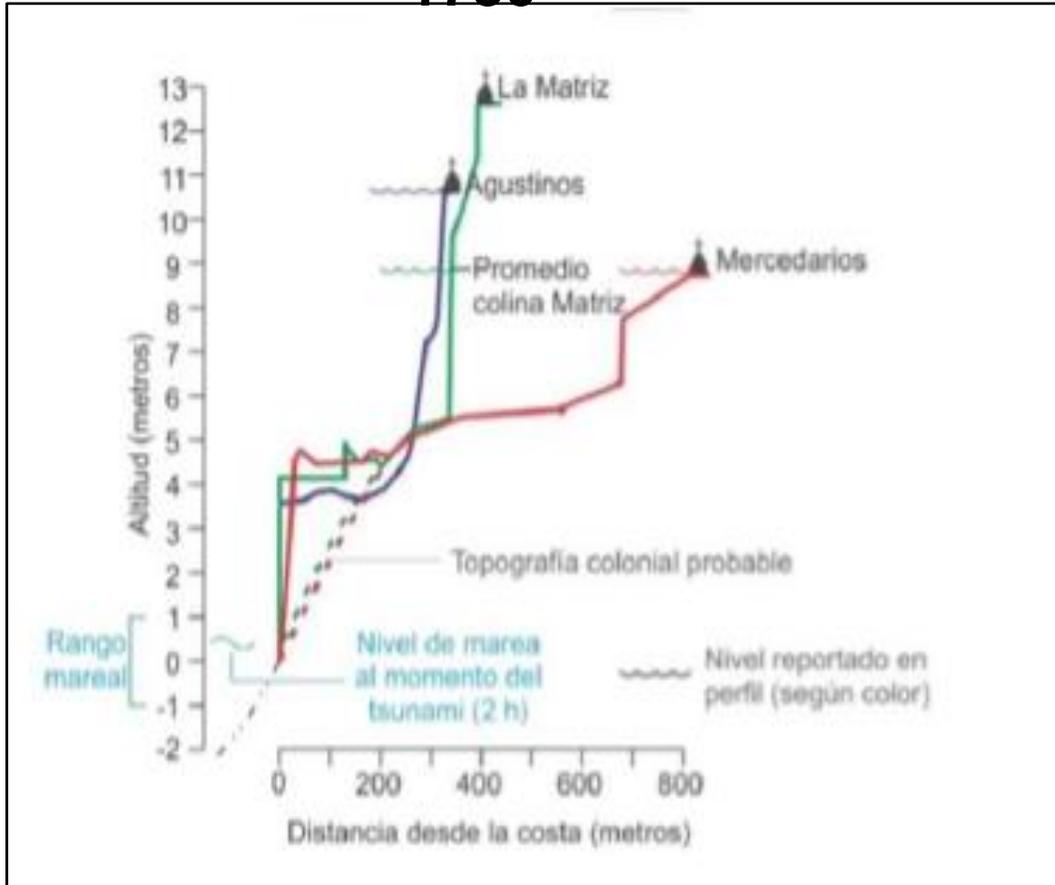


Fig. 10 – Perfiles topográficos y nivel de inundación según reportes históricos. Fuente: Carvajal (2015).

Desde 2011 se han realizado varias investigaciones:

- Plano del terremoto correspondiente a un multidominio con rupturas segmentada por porciones (Cisternas et al. 2011).
- Dos terremotos y dos tsunamis. Primero a las 01:30, el otro 04:30. Siendo el último el más destructivo (Carvajal, 2015).

2.1 AMENAZA

V. TERREMOTO 08 DE JULIO 1730

- Quiroz et al. (2014) considera los segmentos S1 y S2, una falla no simultánea. S1 alcanza una amplitud de onda de 2 [m], mientras que S2 8 [m].

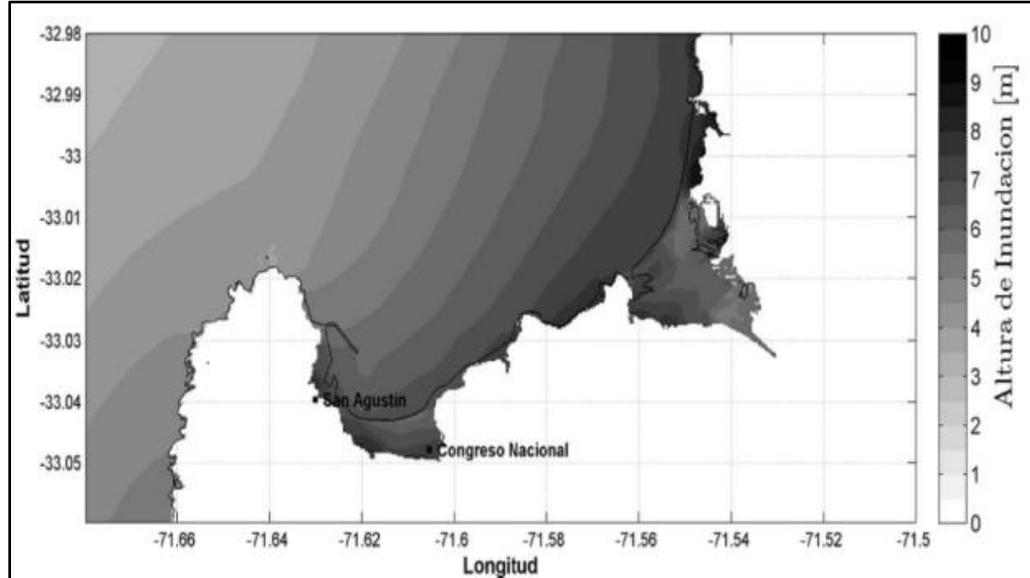


Fig. 11 – Área de inundación del tsunami de 1730 según modelo FFM-3. Fuente: Quiroz et al. (2014).

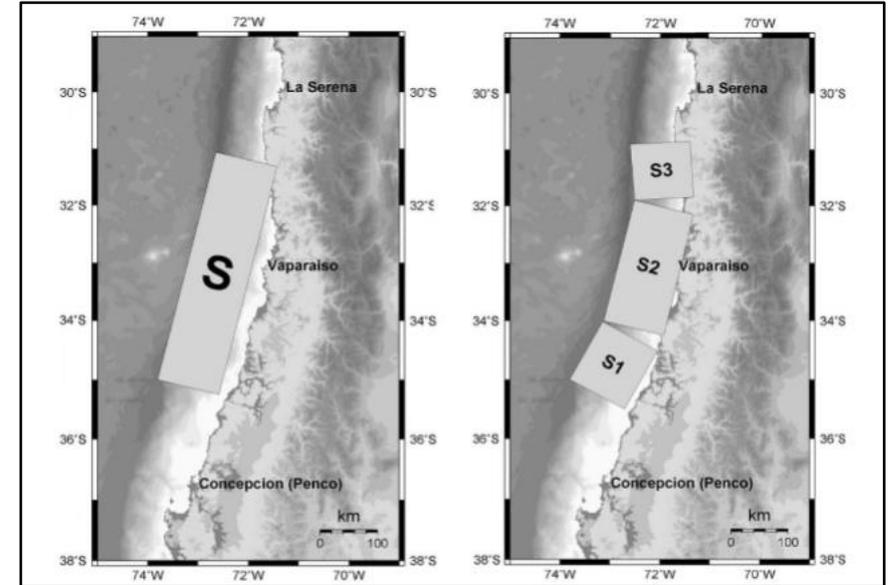


Fig. 12 – Modelos de ruptura del terremoto de 1730. Fuente: Quiroz et al. (2014).

3. METODOLOGÍA DEL PROYECTO

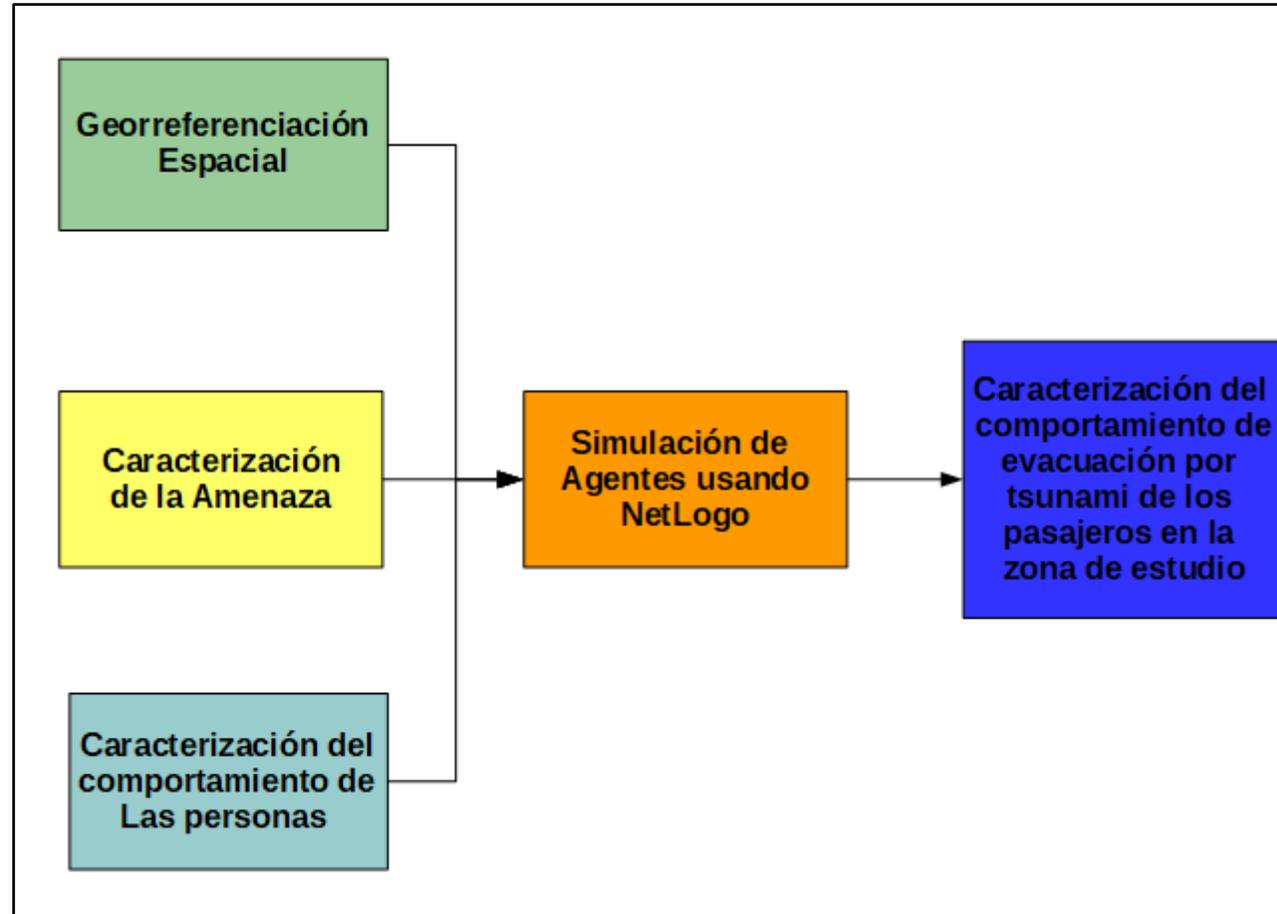


Fig. 12 – Mapa conceptual de la metodología aplicada. Fuente: Elaboración propia.

3.1. GEORREFERENCIACIÓN ESPACIAL

- A. Definición de zonas
- B. Análisis espacial
- C. Caracterización de las vías de evacuación
- D. Definición de rugosidades experimentales
- E. Planos de simulación



Fig. 13 – Zona de estudio. Fuente: Elaboración propia con datos de Google Earth Pro.

3.1. GEORREFERENCIACIÓN ESPACIAL

A. DEFINICIÓN DE ZONAS



Fig. 14 – Subdivisión de zona de estudio. Fuente: Elaboración propia con datos de Google Earth Pro.

- Zona A (color rojo)
- Zona B (color amarillo)
- Zona C (color verde)

3.1. GEORREFERENCIACIÓN ESPACIAL

A. DEFINICIÓN DE ZONAS

Elementos considerados en las Zonas:

- Chancado
- Red vial
- Línea de costa

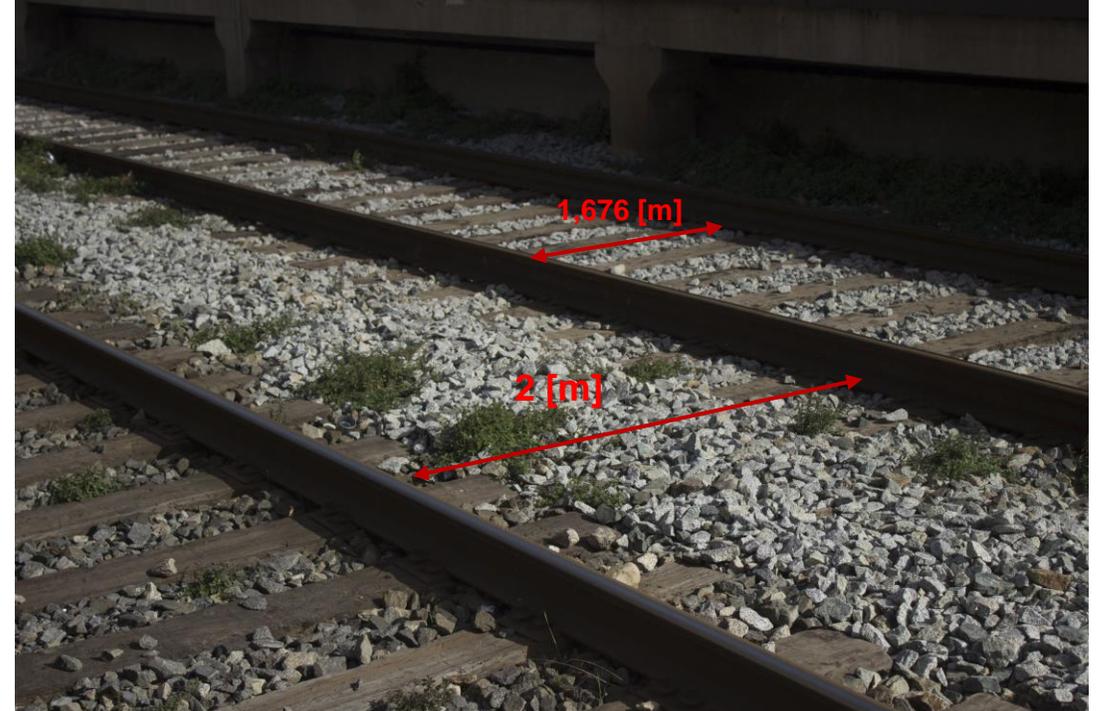


Fig. 15 – Conformación del chancado y línea férrea. Fuente: Elaboración propia.

3.1. GEORREFERENCIACIÓN ESPACIAL

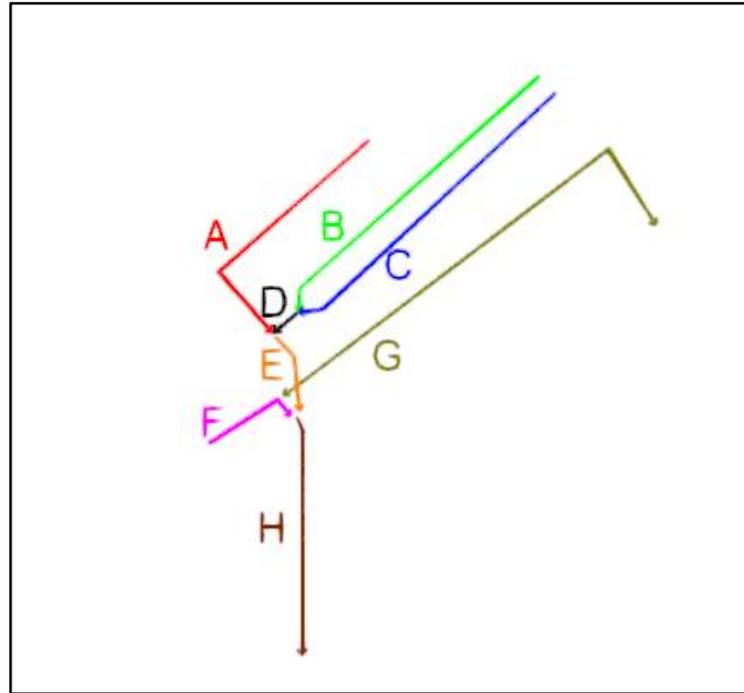
B. ANÁLISIS ESPACIAL

	CHANCADO	RED VIAL	LÍNEA DE COSTA
ZONA A	<ul style="list-style-type: none"> Ancho máx.: 30 [m] Presencia de subestación eléctrica Borde norte presencia de árboles 	<ul style="list-style-type: none"> Comportamiento uniforme Presencia de ensanchamientos (conexiones de red vial) Cota de nivel favorece en protección. INTERRUPCIÓN EN ESTRUCTURA DE AV. ESPAÑA Ubicación de escala J.J. Latorre 	<ul style="list-style-type: none"> Elevación de 3 m.s.n.m. (protección natural) Presencia de escombros (antiguos recintos)
ZONA B	<ul style="list-style-type: none"> Ancho máx.: 10 [m] Presencia de árboles en el borde norte Leve aumento en distancia entre los rieles. 	<ul style="list-style-type: none"> Vía dirección Valparaíso: Exposición al mar. Vía dirección Viña del Mar: Confinada entre sector chancado y elevación de la zona de Recreo Cotas de nivel de 2 y 4 [m] respectivamente 	<ul style="list-style-type: none"> Ubicada a la altura del Club de Yates, entregando protección.
ZONA C	<ul style="list-style-type: none"> Ancho máx.: 13 [m] Estación Recreo Rieles ajustados a los andenes 	<ul style="list-style-type: none"> Presencia del cajón colector de aguas servidas Ensanchamiento de Av. España 	<ul style="list-style-type: none"> Ex balneario de Recreo Pendiente pronunciada la orilla

Tabla 2 – Análisis Espacial. Fuente: Flores (2016).

3.1. GEORREFERENCIACIÓN ESPACIAL

C. CARACTERIZACIÓN DE LAS VÍAS DE EVACUACIÓN: SUBIDA COVADONGA



- Presencia de 5 escaleras
- 8 tramos
- Flujos de personas

Fig. 16 – Ubicación y flujos de subida Covadonga. Fuente:
Elaboración propia con datos de Google Earth Pro.



Fig. 17 – Andenes, chancado y escaleras de estación Recreo.
Fuente: Elaboración propia.



Fig. 18 – Torniquetes de estación Recreo. Fuente: Elaboración propia.



Fig. 19 – Tramo E de la Pasarela de Recreo (vista hacia Recreo).
Fuente: Elaboración propia.



Fig. 20 – Escalera Recreo, empalme de vías de evacuación.
Fuente: Elaboración propia.



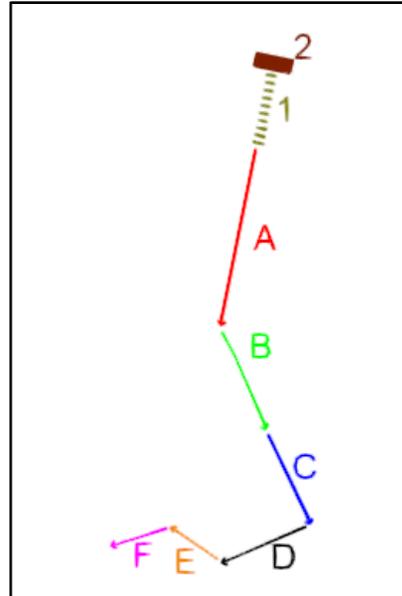
Fig. 21 – Subida Covadonga, tramo inferior. Fuente: Elaboración propia.



Fig. 22 – Subida Covadonga, tramo superior. Fuente: Elaboración propia.

3.1. GEORREFERENCIACIÓN ESPACIAL

C. CARACTERIZACIÓN DE LAS VÍAS DE EVACUACIÓN: ESCALA J.J. LATORRE



- Presencia de 3 escaleras
- 8 tramos
- Flujos de personas
- Inserción de elementos de evacuación

Fig. 23 – Ubicación y flujos de escala J.J. Latorre. Fuente: Elaboración propia con datos de Google Earth Pro.



Fig. 24 – Tramo A (vista Av. España). Fuente: Elaboración propia.



Fig. 25 – Tramo A (vista hacia Recreo). Fuente: Elaboración propia.



Fig. 26 – Tramo B y C (vista hacia Recreo). Fuente: Elaboración propia.



Fig. 27 – Tramo B y C (vista hacia Av. España). Fuente: Elaboración propia.

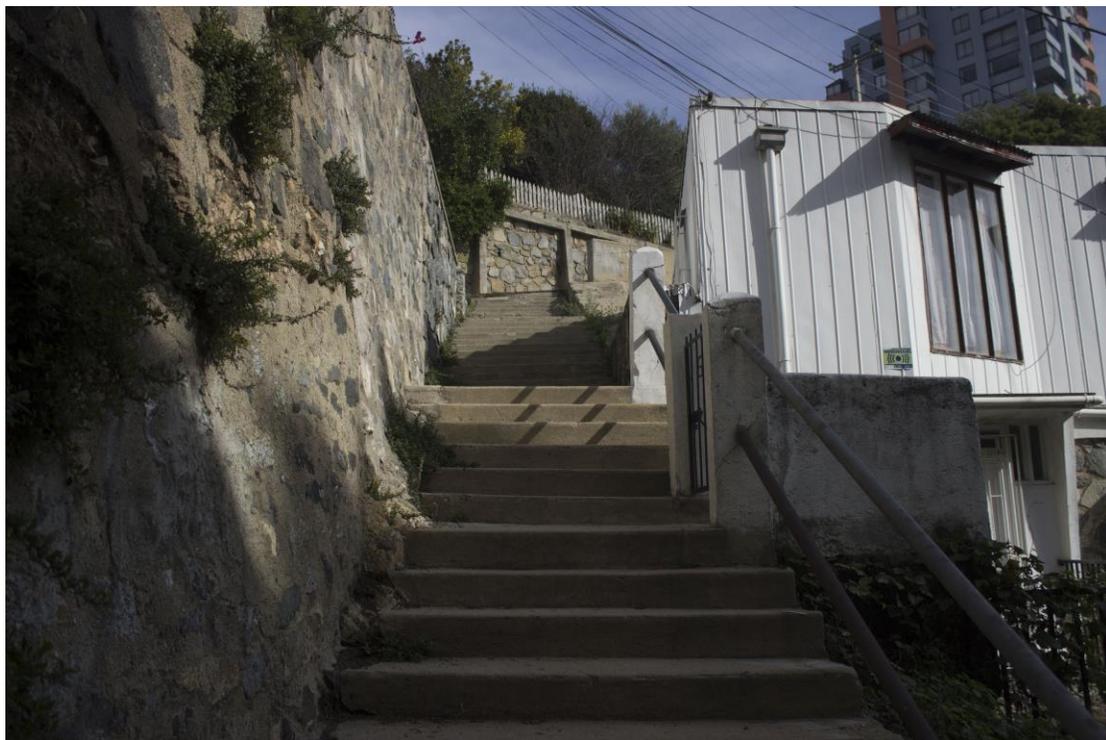


Fig. 28 – Tramo D (vista hacia Recreo). Fuente: Elaboración propia.



Fig. 29 – Tramo D (vista hacia Av. España). Fuente: Elaboración propia.

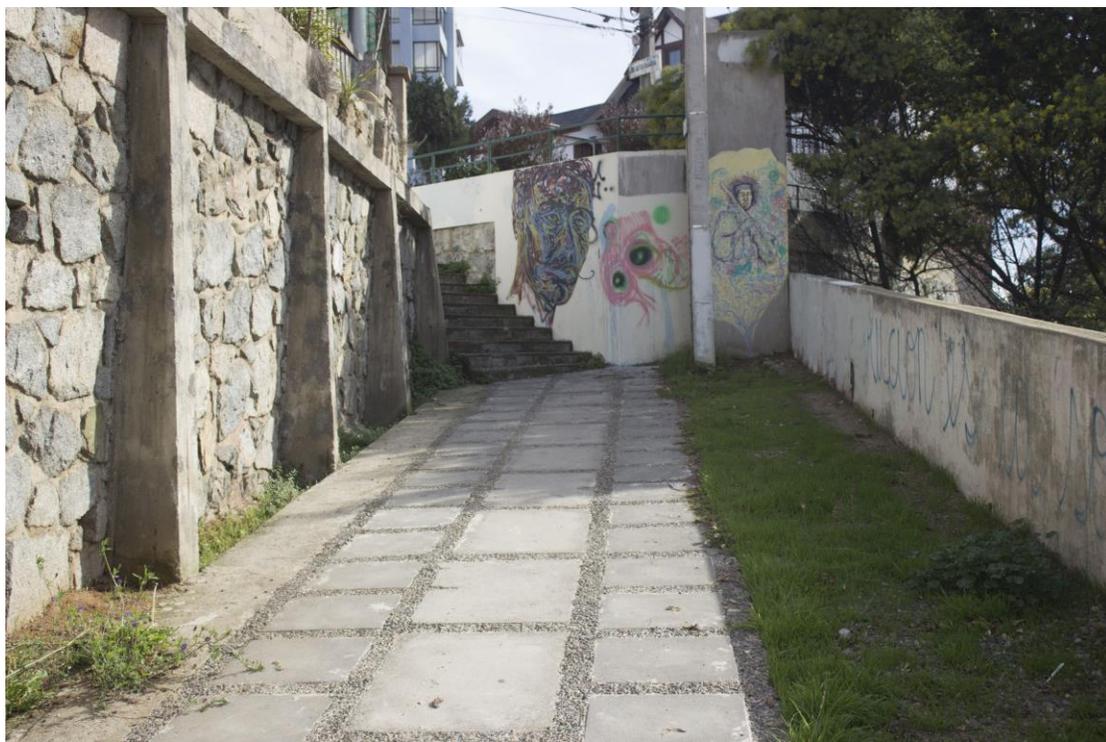


Fig. 30 – Tramo E (vista hacia Recreo). Fuente: Elaboración propia.



Fig. 31 – Tramo E (vista hacia Facultad de Arq. PUCV). Fuente: Elaboración propia.



Fig. 30 – Tramo F (vista hacia Recreo). Fuente: Elaboración propia.



Fig. 31 – Calle J.J. Latorre (vista hacia Recreo). Fuente: Elaboración propia.

3.1. GEORREFERENCIACIÓN ESPACIAL

D. DEFINICIÓN DE RUGOSIDADES ARBITRARIAS

TERRENO	FACTOR DE RUGOSIDAD ARBITRARIO
Chancado de línea férrea	0,4
Material del piso de vagones Y Hormigón de las calles	0,8

Tabla 3 – Factores de rugosidad experimental empleados en las simulaciones. Fuente: Flores (2016).

3.1. GEORREFERENCIACIÓN ESPACIAL

E. PLANOS DE SIMULACIÓN



Fig. 32 – Plano explicativo de la zona de estudio usado en las simulaciones. Fuente: Elaboración propia con datos del geoportal.

3.2. CARACTERIZACIÓN DE LAS PERSONAS

- A. Encuesta Piloto
- B. Mejora de la encuesta
- C. Instrumento final
- D. Locaciones y campaña

Universidad de Valparaíso
F.C.I.I.E.
Facultad de Ingeniería

ENCUESTA DE RIESGOS ASOCIADOS A LA OCEÁNICA

Encuesta de Evaluación de Riesgos asociados a la Evacuación en caso de Tsunami

Fecha: ____/____/2017 - Valparaíso, V.P.

Muchas gracias por participar en este estudio. Por favor marque con una X sus respuestas a las siguientes preguntas:

1. Indique su sexo: Masculino Femenino

2. Indique su edad: _____ 3. Indique su nacionalidad: Chileno Otro Otro Otro

4. ¿Ha tenido experiencia de evacuación en un terremoto o tsunami, ya sea en simulacro o experiencia real? Si No

5. ¿Tiene Ud. conocimiento acerca de terremotos o tsunamis? Si No

6. Con respecto a su conocimiento de terremotos y tsunamis, ¿De dónde viene su conocimiento?
 De la escuela
 De los medios de comunicación
 Conversaciones con familiares o amigos
 Distribución
 Información oficial de Chile
 Otro

7. Según su experiencia: Indique del 1 al 5, donde 1 es "poco confiable" y 5 "muy confiable", ¿Cuánta confianza tiene Ud. en su conocimiento acerca de evacuación de tsunami? 1 2 3 4 5

8. ¿Posee Ud. alguna discapacidad? Si No

9. Indique su categoría de residencia Residente Visitante

10. Indique su Actividad Estudiante Trabajador asociado Trabajador independiente Jubilado Otra actividad

11. ¿Cómo definiría Ud. su reacción durante un terremoto y/o tsunami? Utilice una escala de 1 a 5, donde 1 es "pánico absoluto de autocontrol" y 5 es "muy tranquilo" 1 2 3 4 5

12. ¿Cómo definiría Ud. su nivel de solidaridad esperable durante un terremoto y/o tsunami? Utilice una escala de 1 a 5, donde 1 es "no ayudaría a nadie, solo mis familiares directos" y 5 es "ayudaría a otros, incluso arriesgando mi vida" 1 2 3 4 5

13. ¿Sabe o conoce alguna vía de evacuación en caso de que tuviese que evacuar ahora? Si No

14. ¿Qué medio utilizaría para evacuar en caso de tsunami? Automóvil Bicicleta Camioneta Transporte público Otro

15. ¿En que momento decidiría Ud. evacuar en caso de tsunami? Cuando se lo pidieran Cuando se genere alarma Cuando alguien me avise Cuando veo que el terremoto es muy fuerte Otro

16. ¿Cómo reconoce Ud. la vía de evacuación? Por su ubicación Porque coincide el mapa Porque es el camino hacia el centro Porque pertenece por ahí evacuar Otro

Fig. 33 – Instrumento final. Fuente: Elaboración propia.

3.2. CARACTERIZACIÓN DE LAS PERSONAS

D. LOCACIONES Y CAMPAÑA



Fig. 34 – Tramo 1 de campaña. Fuente: Elaboración propia con datos de Google Earth Pro.



Fig. 35 – Tramo 2 de campaña. Fuente: Elaboración propia con datos de Google Earth Pro.

3.2. CARACTERIZACIÓN DE LAS PERSONAS

PREGUNTA 8: ¿POSEE UD. ALGUNA DISCAPACIDAD?

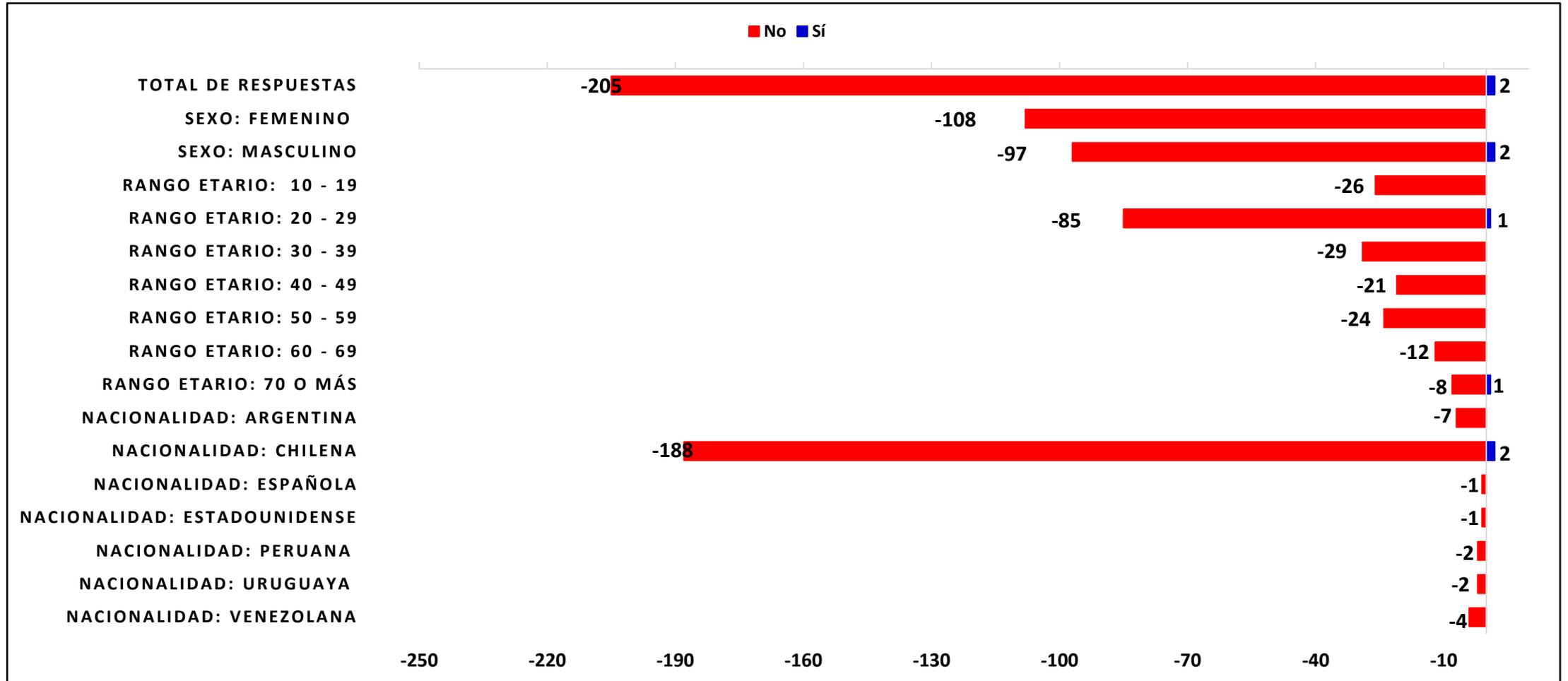


Fig. 36 – Respuesta de los encuestados a pregunta 8. Fuente: Elaboración propia.

3.2. CARACTERIZACIÓN DE LAS PERSONAS

PREGUNTA 8: ¿POSEE UD. ALGUNA DISCAPACIDAD?

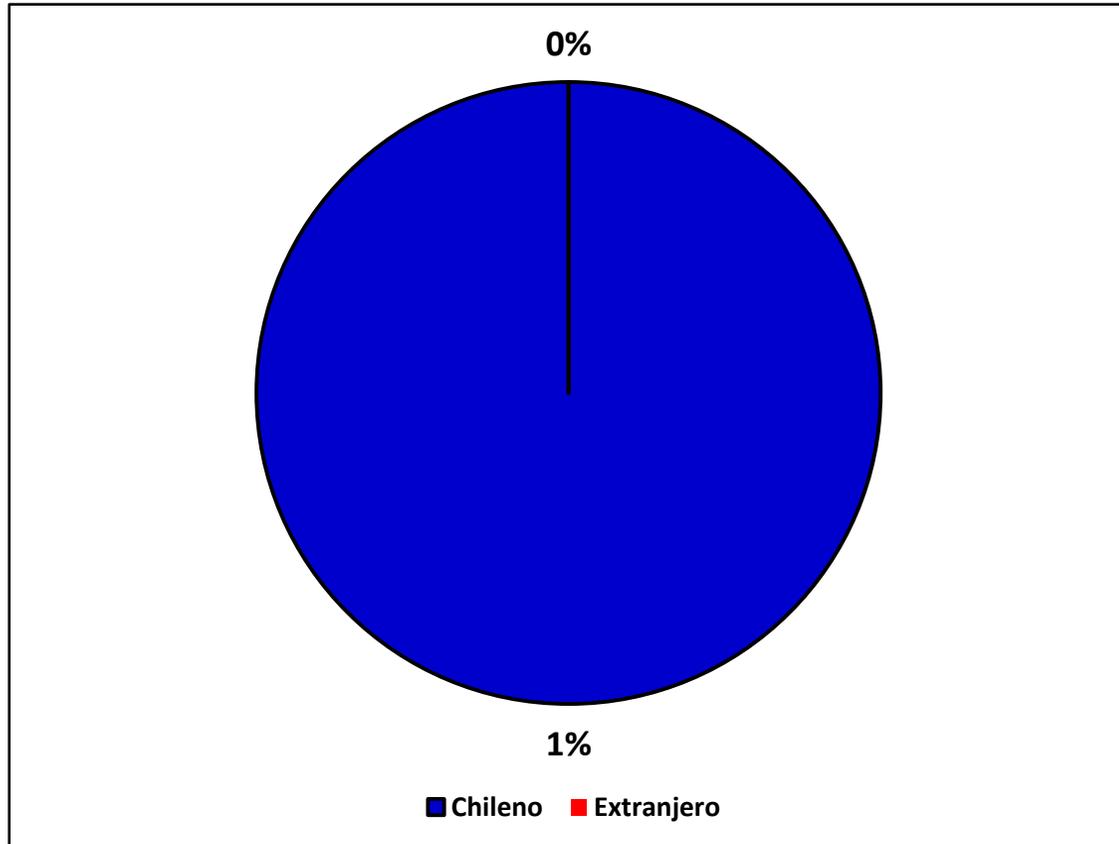


Fig. 37 – Respuesta afirmativa de la pregunta 8 con respecto a la nacionalidad. Fuente: Elaboración propia.

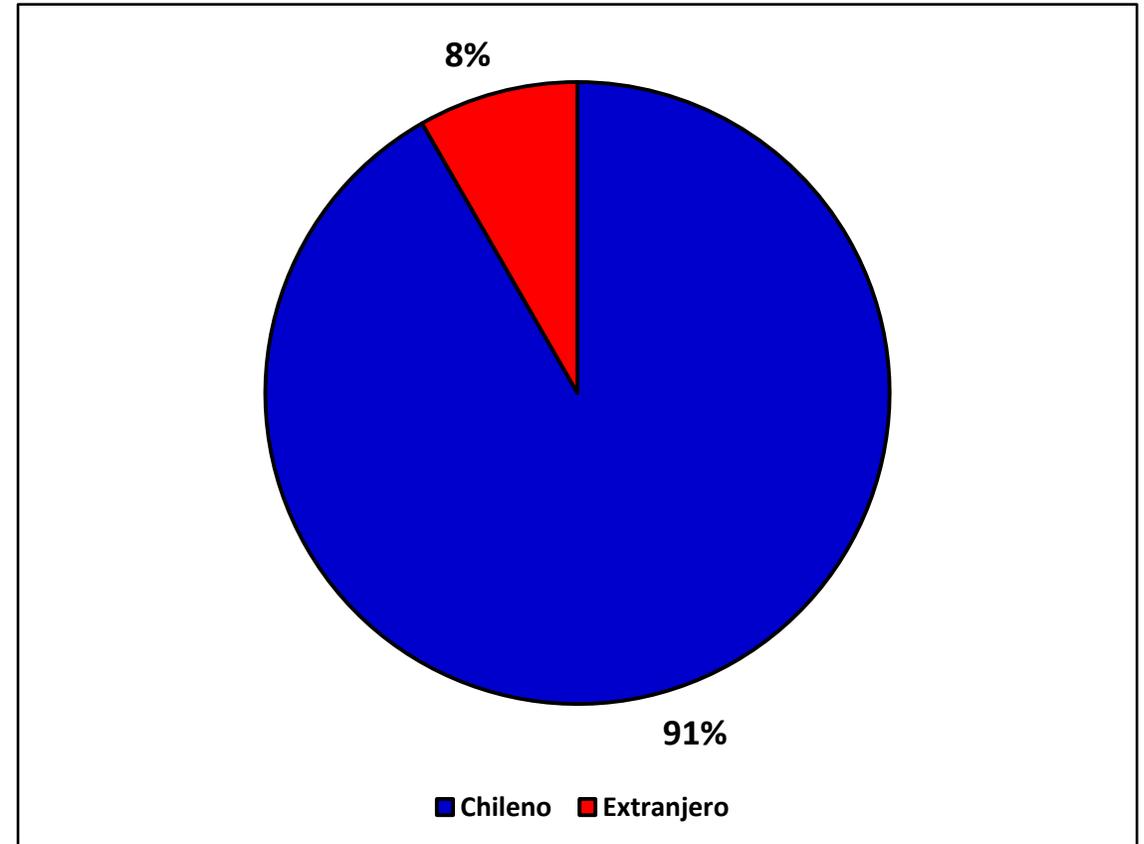


Fig. 38 – Respuesta negativa de la pregunta 8 con respecto a la nacionalidad. Fuente: Elaboración propia.

3.2. CARACTERIZACIÓN DE LAS PERSONAS

PREGUNTA 8: ¿POSEE UD. ALGUNA DISCAPACIDAD?

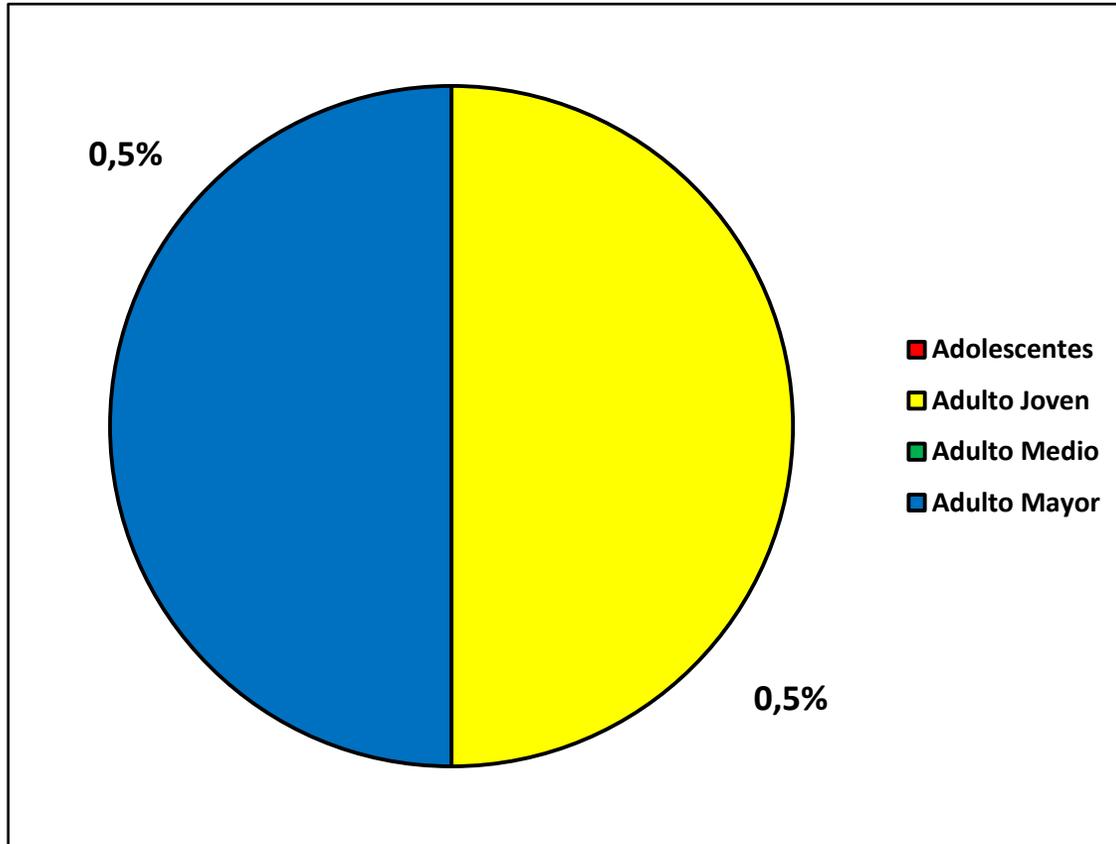


Fig. 39 – Respuesta afirmativa de la pregunta 8 con respecto al rango etario. Fuente: Elaboración propia.

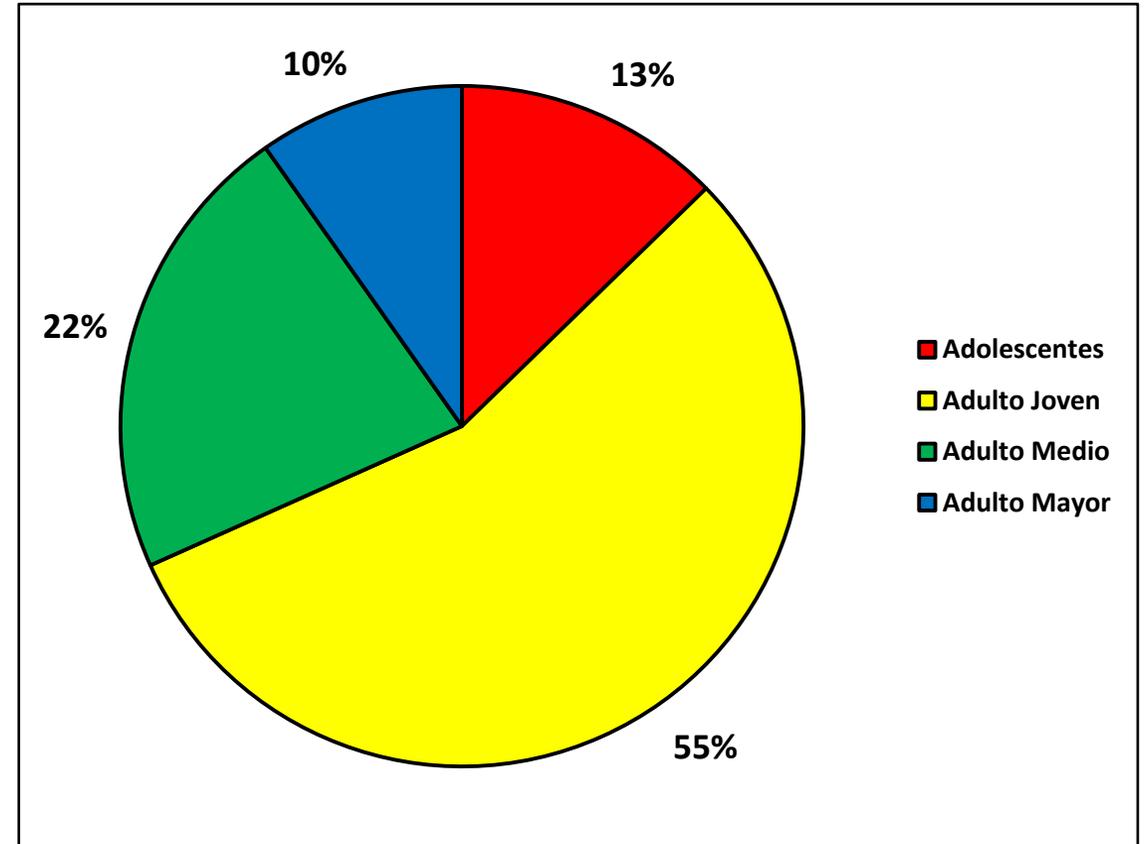


Fig. 40 – Respuesta negativa de la pregunta 8 con respecto al rango etario. Fuente: Elaboración propia.

4. SIMULACIONES DE LOS MODELOS BASADOS EN AGENTES

- A. Escenarios de simulación
- B. Descripción de la velocidad del modelo
- C. Ficha técnica del tren
- D. Simulación SP0
- E. Simulaciones SP1, SP2, SP3 Y SP4
- F. Simulación CP0
- G. Simulaciones CP1 y CP3
- H. Índices de mortalidad

4. SIMULACIONES DE LOS MODELOS BASADOS EN AGENTES

A. ESCENARIOS DE SIMULACIÓN

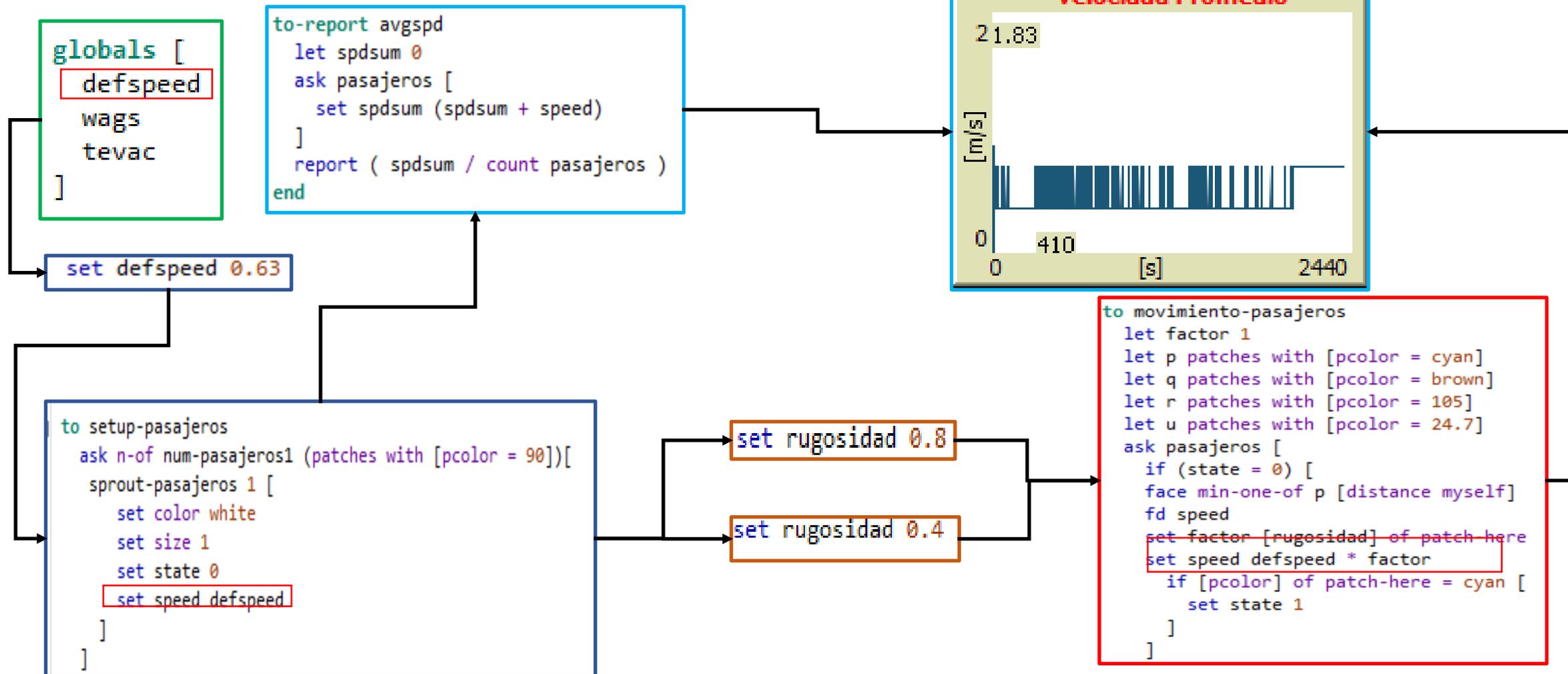
SITUACIÓN	Escenarios Simulación	NIVEL DE OCUPACIÓN DEL TREN	POSICIÓN TRENES			VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO	Objetivo
			ZONA A	ZONA B	ZONA C		
SIN PROYECTO	SP0-A	1 Pasajero	1			0,89 [m/s] (FEMA)	Análisis de comportamiento individual, para V_{MIN} - Situación sin proyecto
	SP0-B	1 Pasajero		1		0,89 [m/s] (FEMA)	Análisis de comportamiento individual, para V_{MIN} - Situación sin proyecto
	SP0-C	1 Pasajero			1	0,89 [m/s] (FEMA)	Análisis de comportamiento individual, para V_{MIN} - Situación sin proyecto
	SP1-A	Lleno	2			1,78 [m/s] (FEMA)	Análisis de comportamiento masivo, para $V_{MAX-FEMA}$ - Situación sin proyecto
	SP2-A	Lleno	2			1,5 [m/s] (Lues)	Análisis de comportamiento masivo, para $V_{MAX-LUES}$ - Situación sin proyecto
	SP3-A	Lleno	2			0,89 [m/s] (FEMA)	Análisis de comportamiento masivo, para $V_{MIN-FEMA}$ - Situación sin proyecto
	SP4-A	Lleno	2			1,1 [m/s] (Lues)	Análisis de comportamiento masivo, para $V_{MIN-LUES}$ - Situación sin proyecto
CON PROYECTO	CP0-A	1 Pasajero	1			0,89 [m/s] (FEMA)	Análisis de comportamiento individual, para V_{MIN} - Situación con proyecto
	CP0-B	1 Pasajero		1		0,89 [m/s] (FEMA)	Análisis de comportamiento individual, para V_{MIN} - Situación con proyecto
	CP0-C	1 Pasajero			1	0,89 [m/s] (FEMA)	Análisis de comportamiento individual, para V_{MIN} - Situación con proyecto
	CP1-B	Lleno		2		1,78 [m/s] (FEMA)	Análisis de comportamiento masivo, para $V_{MAX-FEMA}$ - Situación con proyecto
	CP3-B	Lleno		2		0,89 [m/s] (FEMA)	Análisis de comportamiento masivo, para $V_{MIN-FEMA}$ - Situación con proyecto

Tabla 4 – Escenario de Simulación. Fuente: Elaboración propia.

4. SIMULACIONES DE LOS MODELOS BASADOS EN AGENTES

B. DESCRIPCIÓN DE LA VELOCIDAD

Color	Nombre del Trazo	Instrucciones de Actualización de Trazos	
	default	plot avgspd * 1.42	 



4. SIMULACIONES DE LOS MODELOS BASADOS EN AGENTES

B. DESCRIPCIÓN DE LA VELOCIDAD

Descripción	Velocidad Real	Velocidad Modelo (Defspeed)
Velocidad máxima FEMA, (2008)	1,78 [m/s]	1,25 [pixel/tick]
Velocidad máxima Lues (2017)	1,5 [m/s]	1,06 [pixel/tick]
Velocidad mínima FEMA, (2008)	0,89 [m/s]	0,63 [pixel/tick]
Velocidad mínima Lues (2017)	1,1 [m/s]	0,77 [pixel/tick]

Tabla 5 – Conversión de velocidad real a velocidad del modelo. Fuente: Elaboración propia.

4. SIMULACIONES DE LOS MODELOS BASADOS EN AGENTES

C. FICHA TÉCNICA DEL TREN X'TRAPOLIS MODULAR

Constructor	ALSTROM (Francia)
Velocidad máxima	120 [km/hr]
Tensión	3000 VCC
Trocha de vía	1,676 [m]
Gálibo caja	Anchura 3046 [mm], estribo no incluido
Longitud de tren	48,92 [m]
Altura de piso	1,210 [m] con carga C0
Esfuerzo máximo de tracción	22 [kN/motor]
Esfuerzo máximo de frenado	21 [kN/motor]
Aceleración máxima	1 ms ⁻² a 0[km/hr] y 0,71 a 55 [km/hr]
Desaceleración con frenado de servicio	1 ms ⁻²
Desaceleración con frenado de emergencia	1,2 ms ⁻²
Potencia de los motores	4 x 180 [kW] a 60 [km/hr]

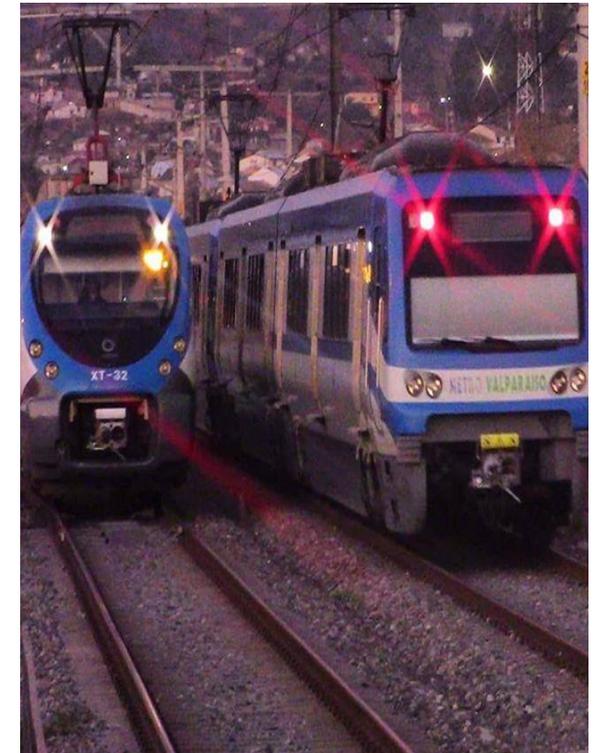


Fig. 41 – Xtrapolis Modular etario. Fuente: www.google.cl.

Tabla 6 – Ficha Técnica Xtrapolis Modular. Fuente: www.trenesdechile.cl.

4. SIMULACIONES DE LOS MODELOS BASADOS EN AGENTES

D. SIMULACIÓN SP0

	Tiempo de Evacuación	SP0-I	SP0-II	SP0-III	SP0-IV	SP0-V
ZONA A	[min]	40'18"	41'01"	40'43"	40'52"	41'58"
ZONA B	[min]	27'04"	26'22"	26'08"	20'34"	21'21"
ZONA C	[min]	13'47"	13'26"	13'32"	15'00"	14'13"

Tabla 7 – Tiempos de evacuación de Simulación SP0. Fuente: Elaboración propia.

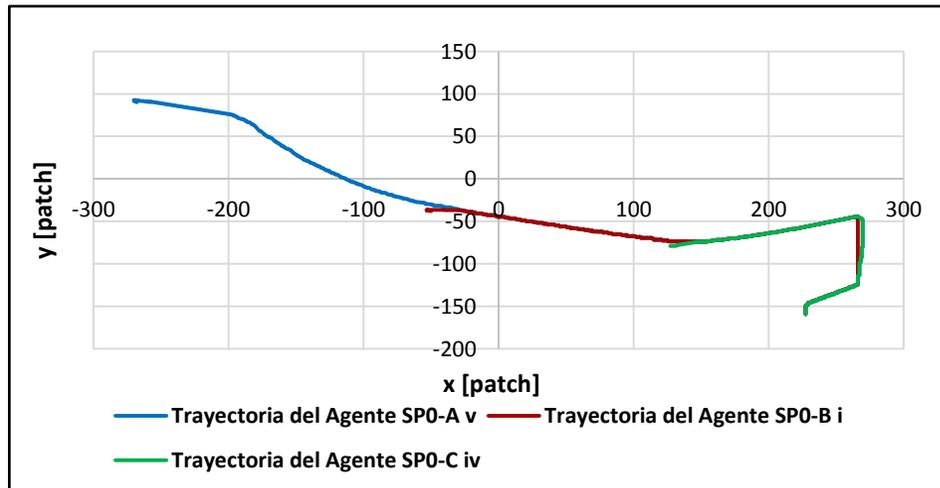


Fig. 42 – Trayectoria de las simulaciones SP0. Fuente: Elaboración propia.

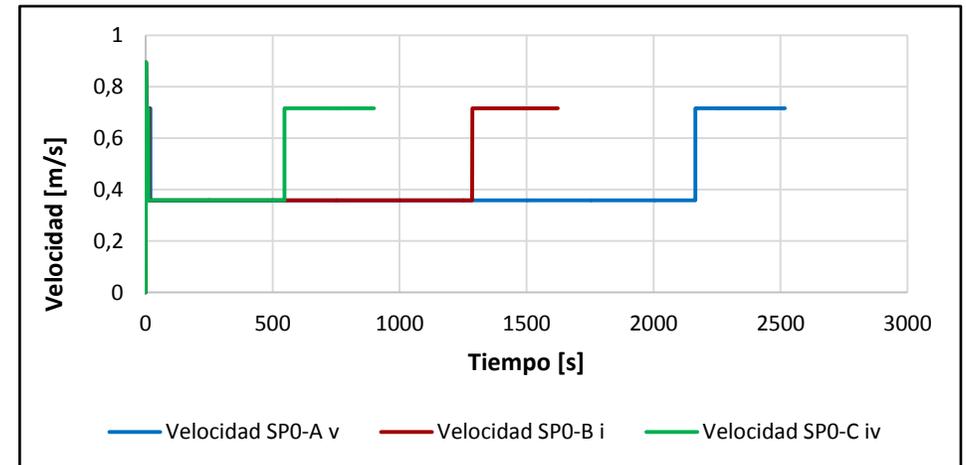


Fig. 43 – Velocidad de las simulaciones SP0. Fuente: Elaboración propia.

4. SIMULACIONES DE LOS MODELOS BASADOS EN AGENTES

E. SIMULACIONES SP1, SP2, SP3 Y SP4

	Tiempo de Evacuación	I	II	III	IV	V
SP1-A	[min]	21'27''	21'31''	21'36''	21'30''	21'29''
SP2-A	[min]	25'06''	25'03''	25'03''	25'09''	25'10''
SP3-A	[min]	42'02''	40'19''	40'18''	40'23''	40'17''
SP4-A	[min]	34'22''	34'19''	34'28''	34'28''	34'20''

Tabla 8 – Tiempos de evacuación de Simulaciones SP1, SP2, SP3 Y SP4. Fuente: Elaboración propia.

4. SIMULACIONES DE LOS MODELOS BASADOS EN AGENTES

E. SIMULACIONES SP1, SP2, SP3 Y SP4

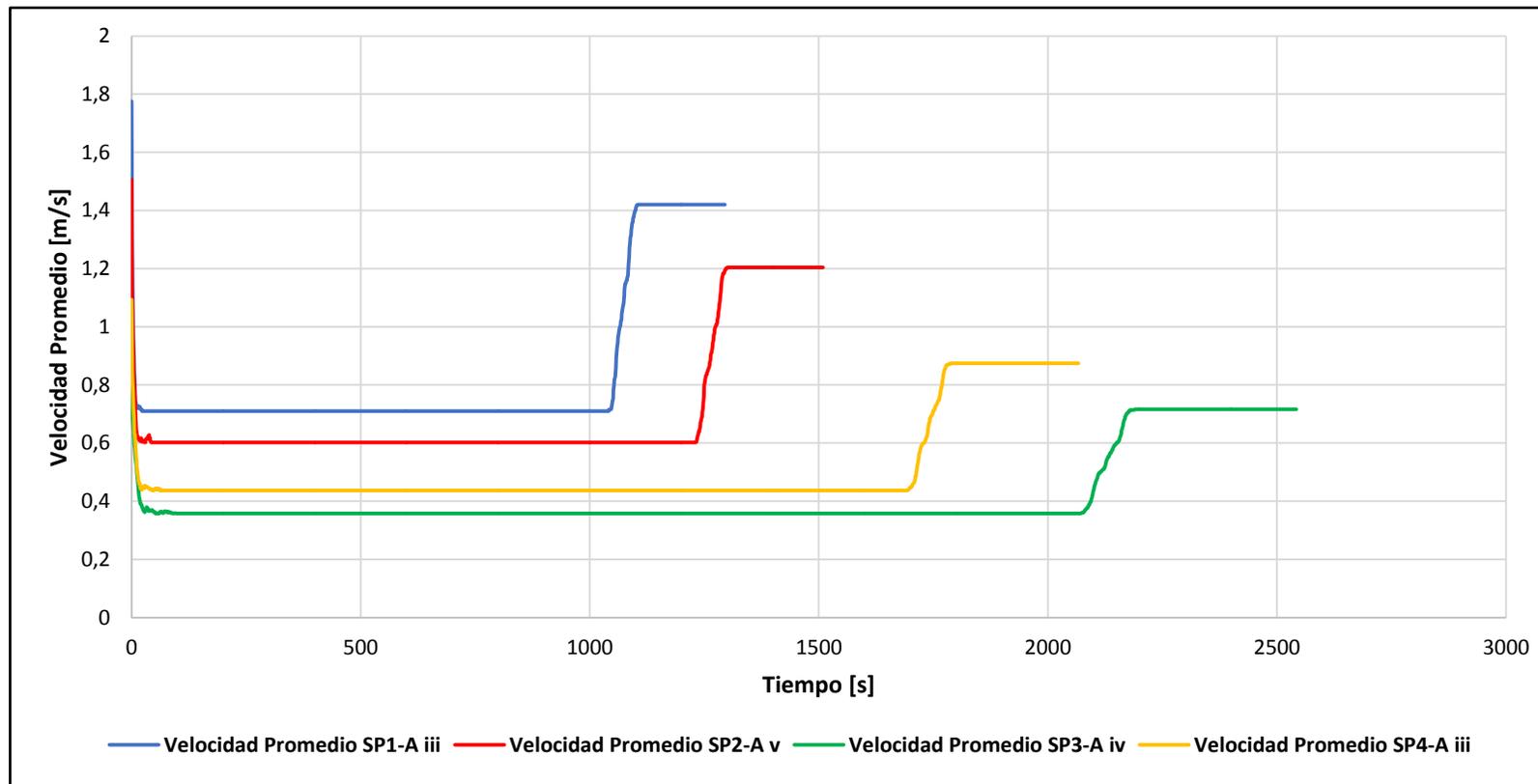


Fig. 44 – Velocidad de las simulaciones SP1, SP2, SP3 y SP4. Fuente: Elaboración propia.

4. SIMULACIONES DE LOS MODELOS BASADOS EN AGENTES

F. SIMULACIÓN CP0

	Tiempo de Evacuación	CP0-I	CP0-II	CP0-III	CP0-IV	CP0-V
ZONA A	[min]	11'29"	11'05"	11'54"	11'56"	11'55"
ZONA B	[min]	22'42"	23'02"	22'50"	23'12"	22'43"
ZONA C	[min]	13'57"	14'03"	14'10"	14'04"	13'32"

Tabla 9 – Tiempos de evacuación de Simulación CP0. Fuente: Elaboración propia.

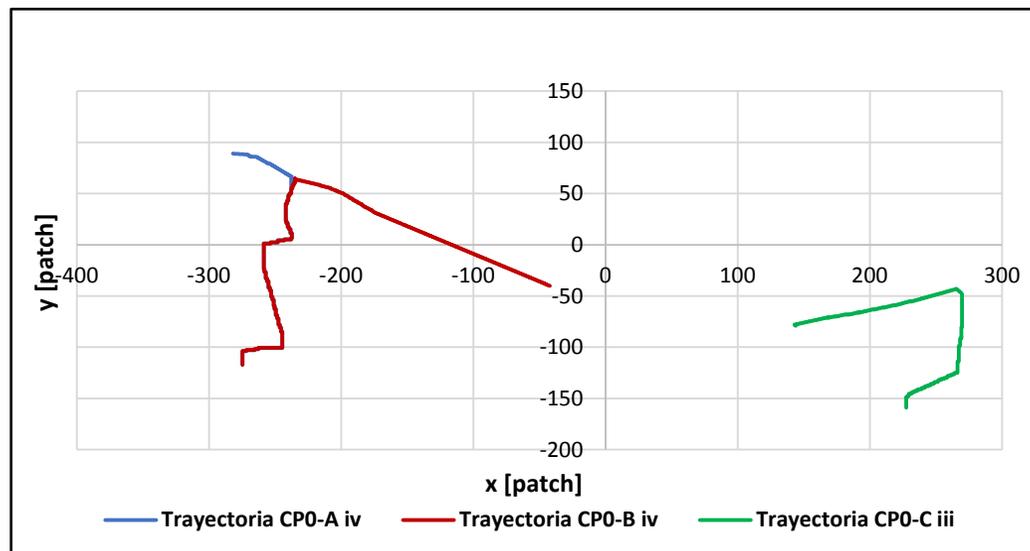


Fig. 45 – Trayectoria de las simulaciones CP0. Fuente: Elaboración propia.

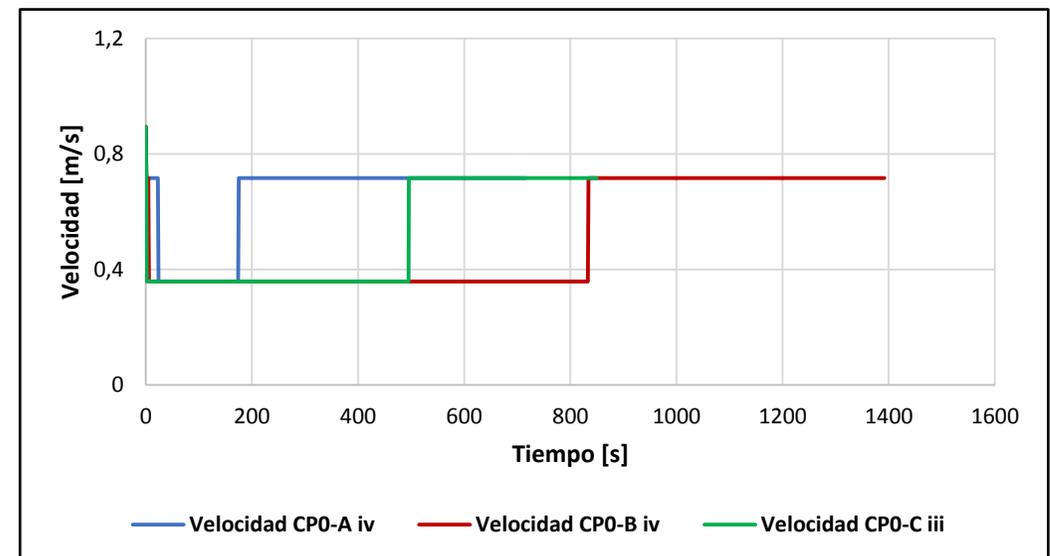


Fig. 46 – Velocidad de las simulaciones CP0. Fuente: Elaboración propia.

4. SIMULACIONES DE LOS MODELOS BASADOS EN AGENTES

G. SIMULACIONES CP1 Y CP3

	Tiempo de Evacuación	I	II	III	IV	V
CP1-B	[min]	12'25''	12'24''	12'29''	12'26''	12'25''
CP3-B	[min]	24'04''	24'03''	24'03''	24'03''	24'04''

Tabla 10 – Tiempos de evacuación de Simulaciones CP1 y CP3. Fuente: Elaboración propia.

4. SIMULACIONES DE LOS MODELOS BASADOS EN AGENTES

G. SIMULACIONES CP1 Y CP3

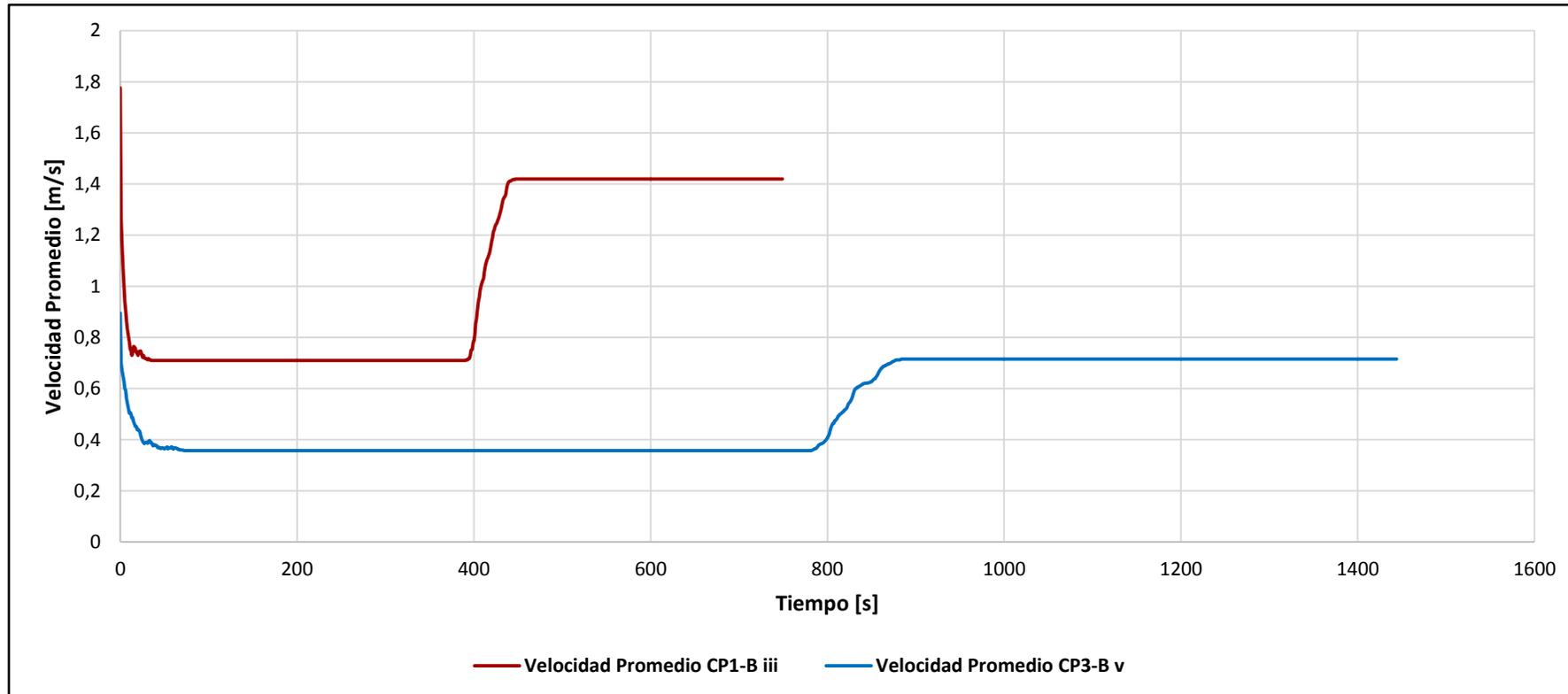


Fig. 47 – Velocidad de las simulaciones CP1 y CP3. Fuente: Elaboración propia.

4. SIMULACIONES DE LOS MODELOS BASADOS EN AGENTES

H. ÍNDICES DE MORTALIDAD

Tiempos de Arribo [min]	CANTIDAD DE PASAJEROS EN EL CHANCADO					
	SIN PROYECTO				CON PROYECTO	
	SP1-A (1,78 [m/s])	SP2-A (1,5 [m/s])	SP3-A (0,89 [m/s])	SP4-A (1,1 [m/s])	CP1-B (1,78 [m/s])	CP3-B (0,89 [m/s])
5	284	284	284	284	284	284
10	284	284	284	284	0	284
15	284	284	284	284	-	4
20	0	284	284	284	-	0
25	-	0	284	284	-	-
30	-	-	284	0	-	-
35	-	-	280	-	-	-
40	-	-	0	-	-	-

Tabla 11 – Cantidad de Pasajeros en el chancado al momento del arribo del tsunami. Fuente: Elaboración propia.

Tiempos de Arribo [min]	PORCENTAJE DE PASAJEROS EN EL CHANCADO					
	SIN PROYECTO				CON PROYECTO	
	SP1-A (1,78 [m/s])	SP2-A (1,5 [m/s])	SP3-A (0,89 [m/s])	SP4-A (1,1 [m/s])	CP1-B (1,78 [m/s])	CP3-B (0,89 [m/s])
5	100%	100%	100%	100%	100%	100%
10	100%	100%	100%	100%	0%	100%
15	100%	100%	100%	100%	-	1,4%
20	0%	100%	100%	100%	-	0%
25	-	0%	100%	100%	-	-
30	-	-	100%	0%	-	-
35	-	-	98,6%	-	-	-
40	-	-	0%	-	-	-

Tabla 11 – Porcentaje de Pasajeros en el chancado al momento del arribo del tsunami. Fuente: Elaboración propia.

4. SIMULACIONES DE LOS MODELOS BASADOS EN AGENTES

H. ÍNDICES DE MORTALIDAD

Escenario	Tiempo de salida del Chancado
SP1-A	15'23"
SP2-A	20'06"
SP3-A	36'23"
SP4-A	29'50"
CP1-B	6'25"
CP2-B	15'05"

Tabla 12 – Tiempos de salida de los agentes de la zona de chancado. Fuente: Elaboración propia.

5. CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE EVACUACIÓN

		Tiempo de Salida del Chancado	Tiempo de Arribo
Vel. Máx FEMA 1,78 [m/s]	SP1-A V	15'23"	21'36"
	CP1-B III	6'25	12'29
Vel. Min FEMA 0,89 [m/s]	SP3-A IV	36'23"	40'23"
	CP3-B V	15'05	24'04"

Tabla 13 – Comparación de los tiempos de arribo considerando las velocidades de la FEMA (2008). Fuente: Elaboración propia.

6. CONCLUSIONES

- En base a las simulaciones SP, el escenario actual no es alentador. Evidenciando precariedad en la evacuación de esa zona.
- El mejor tiempo de las simulaciones SP, correspondiente a una persona en perfecto estado físico y emocional, es de 20 minutos aprox.
- El peor tiempo de las simulaciones SP, correspondiente a una persona con discapacidad, supera los 34 minutos.
- Los escenarios CP mejoran considerablemente los tiempos, en comparación con los de SP.
- Las simulaciones CP1 y CP3 disminuyen casi en un 42% el tiempo de evacuación en las zonas A y B.
- La rugosidad del terreno, es un factor que se debe considerar, puesto que es un elemento que disminuye las velocidades utilizadas en esta memoria. Una evacuación prolongada en el chancado arroja tiempos elevados de evacuación, exponiendo a los usuarios.
- Tanto Subida Covadonga (SP), como la escala J.J. Latorre (CP) presentan falencias que deben ser mejoradas: choques de flujos, cuellos de botella, accesos a discapacitados, señalética especializada para este tipo de evacuación, falta de barandas, presencia de escombros, accesos pequeños.

6. CONCLUSIONES

- Para la opción CP se requiere la implementación de estructuras que permitan al pasajero llegar al nivel de Av. España (dirección Viña del Mar), así como también se debe considerar señaléticas que permitan el cruce expedito de los usuarios del metro.
- En cuanto al Análisis Estadístico, la encuesta realizada no consideró todos los elementos puesto que se optó sólo por considerar la velocidad de desplazamiento en el modelo.
- La población chilena presenta un conocimiento propio de una sociedad expuesta constantemente a este tipo de amenazas.
- La población extranjera no presenta un conocimiento frente a este tipo de amenazas, siendo vulnerables frente a las amenazas de esta índole.
- Los rangos etarios adulto joven y adulto medio tienen un buen nivel de conocimiento frente a una evacuación por tsunami.
- Los rangos etarios adolescentes y adulto mayor, presentan falta de conocimiento frente a una evacuación por tsunami.